

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-191836

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 17/22	3 3 0			
6/00	3 7 0	7638-2 J		
17/36	3 3 0			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平7-6584

(22) 出願日 平成7年(1995)1月19日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 鉦 泰行

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

(72) 発明者 田原 博寿

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

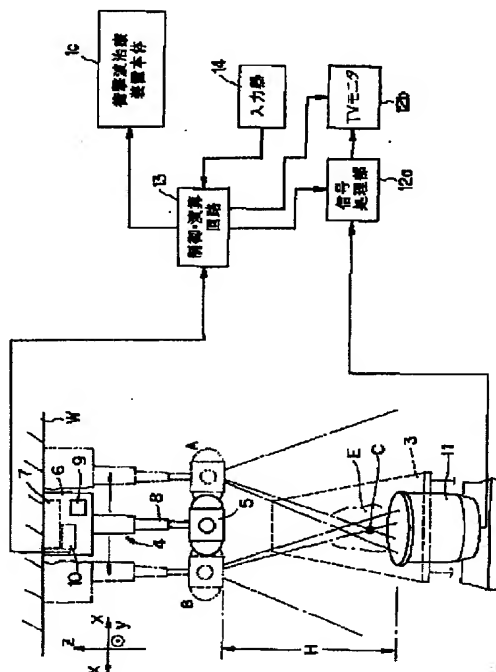
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 衝撃波治療システム

(57) 【要約】

【目的】構成が簡略化され、且つオペレータの負担が軽減されるとともに、治療寝台の設定高さの上昇が抑制された衝撃波治療システムを提供する。

【構成】X線管5及び撮像部11を被検体Eを挟んで対向して配置するとともに、撮像部11が固定された状態で、X線管5を指令移動量に応じてX線検出面に沿って移動させるX線管保持装置4の移動機構7と、その指令移動量、及び移動機構7によるX線管5の移動に対応して求められた治療部位CのX線透視像上の位置変化量、に基づいて治療部位Cの位置情報を算出する制御・演算回路13とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、前記X線検出手段が固定された状態で、前記X線照射手段を指令移動量に応じて前記X線検出面に沿って移動させる移動手段と、前記X線照射手段の指令移動量に応じた前記治療部位のX線透視像の位置変化量を検出する位置変化量検出手段と、前記移動量及び前記位置変化量に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えたことを特徴とする衝撃波治療システム。

【請求項2】 被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、前記X線検出手段が固定された状態で、前記X線照射手段を指令移動量に応じて前記X線検出面に沿って移動させる移動手段と、前記指令移動量、及び前記移動手段による前記X線照射手段の移動に対応して求められた前記治療部位のX線透視像上の位置変化量、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えたことを特徴とする衝撃波治療システム。

【請求項3】 被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、

前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、

前記モニタ上に所定距離離れた第1のマーカ及び第2のマーカから成る2つのマーカを表示するマーカ表示手段と、前記X線検出手段が固定された状態で、前記治療部位のX線透視像が第1のマーカから第2のマーカに移動するように、移動指令に応じて前記X線照射手段を移動させる移動手段と、前記X線照射手段の移動量及び前記所定距離に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えたことを特徴とする衝撃波治療システム。

【請求項4】 前記移動手段による前記X線照射手段の移動方向は、前記被検体の体軸に直交する方向である請求項1、2、又は3記載の衝撃波治療システム。

【請求項5】 前記X線照射手段はX線管を備えるとともに、前記移動手段は前記X線管を前記X線検出面に沿って移動可能に保持するX線管保持装置であり、このX線保持装置は診断ルームの天井に設置された請求項4記載の衝撃波治療システム。

【請求項6】 X線照射手段の移動に伴い前記X線検出手段のX線検出面から外れるX線を除去する除去手段を備えた請求項5記載の衝撃波治療システム。

【請求項7】 被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置され、前記被検体を透過したX線を検出するX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求めた位置情報に基づいて前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、

前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方を固定した状態で、前記X線照射手段及び前記X線検出手段の他方を上記固定軸方向に沿って移動させる移動手段と、その移動量に応じた前記治療部位のX線透視像の大きさの変化を計測する計測手段と、この計測手段により計測された前記X線透視像の大きさの変化量、及び上記移動量を含む情報、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えたことを特徴とする衝撃波治療システム。

【請求項8】 被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置され、前記被検体を透過したX線を検出するX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求めた

位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、

前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方を固定した状態で、前記X線照射手段及び前記X線検出手段の他方を指令移動量に応じて上記固定軸方向に沿って移動させる移動手段と、前記指令移動量を含む情報、及び前記移動手段による前記X線照射手段の移動に対応して求められた前記治療部位のX線透視像の大きさの変化量、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えたことを特徴とする衝撃波治療システム。

【請求項9】 前記X線照射手段により照射されるX線の照射範囲を絞る開度により制御する絞り機構を備え、この絞り機構は、前記移動手段による前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方の移動量に応じて前記絞り開度を制御する絞り開度制御部を備えた請求項7又は8記載の衝撃波治療システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、X線透視画像を用いて衝撃波発生源の焦点を結石等の治療部位に位置合わせする機能を有する衝撃波治療システムに係り、特に、その位置合わせを従来に比べて簡単に行なえるようにした衝撃波治療システムに関する。

【0002】

【従来の技術】衝撃波治療システムは、強力な衝撃波を用いて癌細胞や結石等の治療を行なう非侵襲的な治療システムである。

【0003】このような衝撃波治療システムでは、衝撃波を治療部位以外の他の正常組織に照射することを避けるために、衝撃波の焦点をその治療部位に正確に位置合わせすることが大切である。この位置合わせには種々の方式があるが、その一つとして、外科用X線TV装置（以下、Cアームという）等のX線TV装置を利用したものがある。このX線TV装置を利用したシステムによれば、治療部位を特定するのに適した2方向からのX線透視像を用いて治療部位と衝撃波焦点との位置合わせを行なっている。

【0004】ここで、例えばCアームを用いた場合の治療部位と衝撃波焦点との位置合わせの手順を図21を用いて説明する。なお、図21に示すように、このCアーム30を用いた衝撃波治療システムでは、同一の寝台31を衝撃波治療装置32とCアーム30とで兼用する構成となっている。また、Cアーム30は、X線管33とイメージインテンシファイヤ（以下、I. I. という）34とを有し、このX線管33とI. I. 34とが、C型の形状をした支持アーム35によりその相対位置を保ったまま支持され、寝台31を挟んで対向配置されている（このときの状態を初期状態という）。図21では、

寝台31の上方にはI. I. 34が、また、寝台31の下方にはX線管33が配置されている。なお、X線管33の管球焦点とI. I. 34のX線検出面の中心点とを結ぶ直線をX線関心線という。

【0005】また、支持アーム35は、アイソセンタを中心に回転可能になっている（なお、初期状態のときの回転角度を0度とする）。つまり、支持アーム35の回転に応じて、X線関心線が回転するようになっている。

【0006】具体的な位置合わせの手順としては、最初に、寝台31をCアーム30側の所定位置まで水平移動させる。次いで、寝台31の天板31a上に載置された患者に対し、初期状態にあるX線管33及びI. I. 34によりX線透視を行なう。

【0007】そして、X線透視を行ないながら、天板31aをスライドさせて治療部位を透視画像上の中心に合わせる（図21（a）参照）。そして、その天板31aの水平方向の位置X1を記憶する。

【0008】続いて支持アーム35を初期状態から、例えば30度回転させた状態で再度X線透視を行ないながら天板31aをスライドさせて治療部位を透視画像上の中心に合わせる（図21（b））。そして、その天板31aの水平方向の位置X2を記憶する。

【0009】記憶された治療部位の水平方向の位置X1は、そのまま治療部位の水平方向の位置を与える。また、治療部位の水平方向の位置X1と支持アーム35が初期状態から30度回転したときの治療部位の水平方向の位置X2との差分を取り、その差分に「cotan 30°」を乗ずることにより、アイソセンタと治療部位との垂直方向の距離が認識できる。

【0010】このようにして治療部位の水平方向の位置及び垂直方向の位置を認識すると、天板31aをアプリケーション36側へ移動させる（図21（c）参照）とともに、そのアプリケーション36をその記憶した位置に合わせて移動（上昇）させて（図21（d）参照）衝撃波焦点を治療部位に合わせていた。

【0011】また、I. I. が独立したX線TV装置においても、上述したCアームと同様に、2方向からのX線透視像を用いて位置合わせを行なっている。この2方向からのX線透視像の撮影は、例えば最初にある方向（初期方向）における第1のX線透視像を撮影する。そして、X線管及びI. I. を、X線管の中心軸方向とI. I. の中心軸方向とが一致するようにそれぞれ移動及び傾斜させて、X線関心線が初期方向でのX線関心線とある角度をなすように設定した後で第2のX線透視像を撮影している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】2方向からのX線透視像を用いた位置合わせの場合、最初のX線透視像（第1のX線透視像）により治療部位（以下、ターゲットともいう）の位置を認識してから、その第1のX線透視像に

おけるX線関心線に対して所要の傾斜角度のX線関心線を成すX線透視像(第2のX線透視像)によりターゲットの位置を再度認識するために、Cアーム、あるいはX線管及びI. I. を傾けなければならなかった。

【0013】しかし、この傾斜操作中には、第1のX線透視像で捕らえたターゲットがX線照射野から外れてしまい、第2のX線透視像において再度ターゲットの位置を認識しなければならない。つまり、一度ターゲットの位置を認識したにもかかわらず、再度ターゲットの位置を認識するための位置決め操作を行わなければならないため、オペレータの操作の複雑化を招いた。また、傾斜動作を行なうためにX線管及びI. I. を支持する機構が複雑化した。さらに、傾斜動作及びターゲットの位置決め操作にかかる手間の増大により、該オペレータの負担も増大してしまった。

【0014】また、ターゲットが結石の場合、通常結石は呼吸等により体軸方向に沿って移動するため、第1のX線透視像により結石の位置を認識しても、第2の結石の位置を認識するまでに結石が動いてしまうおそれがあるため、結石の位置を正確に認識することが難しかった。

【0015】一方、図21からも分かるように、寝台の下方にあるX線管(寝台の下方にI. I. がある場合はI. I. )の装置設置面からの垂鉛直方向の距離が傾斜動作に伴い増大するため、位置合わせの際の治療寝台(天板)の高さは、その傾斜動作に伴うX線管の垂鉛直方向の距離の増大を許容するように、通常の高さよりもある程度高く設定されなければならない。しかし、治療寝台の設定高さの上昇は、寝台に載る際、又は診断中の患者に恐怖感を与えることも考えられ、改善する必要があった。

【0016】さらにまた、既存のCアームを使用する際には、衝撃波治療装置の衝撃波照射部と該Cアームのアイソセンタとが離れた位置に存在することから、ターゲットの位置が決まった後、患者を治療寝台(天板)のスライド等により衝撃波治療装置側へ移動させ、衝撃波焦点がそのターゲット位置と一致するように、衝撃波照射部を移動させている。

【0017】つまり、寝台のスライドを許容するため装置全体の据付面積が大きくなり、診断ルームの有効スペースを減少させていた。

【0018】本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、傾斜動作をすることなしにターゲットの位置決めを行なうことにより、構成が簡略化され、且つオペレータの負担が軽減されるとともに、治療寝台の設定高さの上昇が抑制された衝撃波治療システムを提供することを第1の目的とする。

【0019】また、本発明は、ターゲットが呼吸等により移動する場合でも、その移動の影響に左右されないで、ターゲットの位置決めを行なうことができる衝撃波

治療システムを提供することを第2の目的とする

【0020】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため請求項1に記載した衝撃波治療装置は、被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、前記X線検出手段が固定された状態で、前記X線照射手段を指令移動量に応じて前記X線検出面に沿って移動させる移動手段と、前記X線照射手段の指令移動量に応じた前記治療部位のX線透視像の位置変化量を検出する位置変化量検出手段と、前記移動量及び前記位置変化量に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えている。

【0021】また、前記目的を達成するため請求項2に記載した衝撃波治療装置は、被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、前記X線検出手段が固定された状態で、前記X線照射手段を指令移動量に応じて前記X線検出面に沿って移動させる移動手段と、前記指令移動量、及び前記移動手段による前記X線照射手段の移動に対応して求められた前記治療部位のX線透視像上の位置変化量、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えている。

【0022】さらに、前記目的を達成するため請求項3に記載した衝撃波治療装置は、被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求められた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦

点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段を前記被検体を挟んで対向して配置するとともに、前記モニタ上に所定距離離れた第1のマーカ－及び第2のマーカ－から成る2つのマーカ－を表示するマーカ－表示手段と、前記X線検出手段が固定された状態で、前記治療部位のX線透視像が第1のマーカ－から第2のマーカ－に移動するように、移動指令に応じて前記X線照射手段を移動させる移動手段と、前記X線照射手段の移動量及び前記所定距離に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えている。

【0023】特に、請求項4に記載した衝撃波治療システムでは、前記移動手段による前記X線照射手段の移動方向は、前記被検体の体軸に直交する方向である。

【0024】また、特に、請求項5に記載した衝撃波治療システムでは、前記X線照射手段はX線管を備えるとともに、前記移動手段は前記X線管を前記X線検出面に沿って移動可能に保持するX線管保持装置であり、このX線保持装置は診断ルームの天井に設置されている。

【0025】さらに、請求項6に記載した衝撃波治療システムでは、X線照射手段の移動に伴い前記X線検出手段のX線検出面から外れるX線を除去する除去手段を備えている。

【0026】一方、前記目的を達成するため請求項7に記載した衝撃波治療装置は、被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置され、前記被検体を透過したX線を検出するX線検出手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求めた位置情報に基づいて前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方を固定した状態で、前記X線照射手段及び前記X線検出手段の他方を上記固定軸方向に沿って移動させる移動手段と、その移動量に応じた前記治療部位のX線透視像の大きさの変化を計測する計測手段と、この計測手段により計測された前記X線透視像の大きさの変化量、及び上記移動量を含む情報、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えている。

【0027】また、前記目的を達成するため請求項8に記載した衝撃波治療装置は、被検体載置用の寝台と、前記被検体に衝撃波を照射させる衝撃波照射手段と、前記被検体にX線を照射させるX線照射手段と、前記X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置され、前記被検体を透過したX線を検出するX線検出

手段と、このX線検出手段により検出されたX線に基づいてモニタ上にX線透視像を表示するX線透視像表示手段と、前記X線透視像から前記被検体内の治療部位を認識して求めた位置情報に基づいて、前記衝撃波の焦点を前記治療部位に一致させて衝撃波を照射する照射制御手段とを備えた衝撃波治療システムにおいて、前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方を固定した状態で、前記X線照射手段及び前記X線検出手段の他方を指令移動量に応じて上記固定軸方向に沿って移動させる移動手段と、前記指令移動量を含む情報、及び前記移動手段による前記X線照射手段の移動に対応して求められた前記治療部位のX線透視像の大きさの変化量、に基づいて前記治療部位の前記位置情報を算出する位置情報算出手段とを備えている。

【0028】特に、請求項9に記載した衝撃波治療システムでは、前記X線照射手段により照射されるX線の照射範囲を絞り開度により制御する絞り機構を備え、この絞り機構は、前記移動手段による前記X線照射手段及び前記X線検出手段のどちらか一方の移動量に応じて前記絞り開度を制御する絞り開度制御部を備えている。

【0029】

【作用】請求項1記載の衝撃波治療システムによれば、被検体へのX線照射用のX線照射手段と、被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段とが被検体を挟んで対向して配置されている。そして、X線検出手段が固定された状態で、移動手段によりX線照射手段が指令移動量に応じてX線検出面に沿って、例えば体軸方向に直交する方向へ移動する。このとき、位置変化量検出手段により、X線照射手段の指令移動量に応じた治療部位のX線透視像の位置変化量が検出され、位置情報算出手段により、移動量及び位置変化量に基づいて治療部位の位置情報が算出される。

【0030】また、請求項2記載の衝撃波治療システムによれば、被検体へのX線照射用のX線照射手段と、被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段とが被検体を挟んで対向して配置されている。そして、X線検出手段が固定された状態で、移動手段によりX線照射手段が指令移動量に応じてX線検出面に沿って、例えば体軸方向に直交する方向へ移動する。このとき、位置情報算出手段により、指令移動量、及び移動手段によるX線照射手段の移動に対応して、例えばマニュアルにより求められた治療部位のX線透視像上の位置変化量、に基づいて治療部位の位置情報が算出される。

【0031】さらに、請求項3記載の衝撃波治療システムによれば、被検体へのX線照射用のX線照射手段と、被検体を透過したX線を受けるX線検出面を有したX線検出手段とが被検体を挟んで対向して配置される一方、モニタ上には、マーカ－表示手段により所定距離離れた第1のマーカ－及び第2のマーカ－から成る2つのマーカ－が表示されている。そして、移動指令に応じた移



動手段の動作により、X線検出手段が固定された状態で、治療部位のX線透視像が第1のマーカから第2のマーカに移動するようにX線照射手段が移動する。このとき、位置情報算出手段により、X線照射手段の移動量及び所定距離に基づいて治療部位の位置情報が算出される。

【0032】一方、請求項7に記載した衝撃波治療システムによれば、X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置されたX線検出手段により、被検体を透過したX線が検出される。

【0033】今、移動手段の動作により、X線照射手段及びX線検出手段のどちらか一方、例えばX線検出手段が固定された状態で、X線照射手段及びX線検出手段の他方であるX線照射手段が上記固定軸方向に沿って移動する。このとき、計測手段により、その移動量に応じた治療部位のX線透視像の大きさの変化が計測される。そして、位置情報算出手段により、計測手段により計測されたX線透視像の大きさの変化量、及び移動量を含む情報、に基づいて治療部位の位置情報が算出される。

【0034】また、請求項8に記載した衝撃波治療システムによれば、X線照射手段に対し同一固定軸上で前記被検体を介して対向配置されたX線検出手段により、被検体を透過したX線が検出される。

【0035】今、移動手段の動作により、X線照射手段及びX線検出手段のどちらか一方、例えばX線検出手段が固定された状態で、X線照射手段及びX線検出手段の他方であるX線照射手段が上記固定軸方向に沿って移動する。このとき、位置情報算出手段により、指令移動量を含む情報、及び移動手段によるX線照射手段の移動に対応して、例えばマニュアルで求められた治療部位のX線透視像の大きさの変化量、に基づいて治療部位の位置情報が算出される。

【0036】

【実施例】以下、本発明に係る衝撃波治療システムの実施例について、添付図面を参照して説明する。なお、本実施例では、特に、結石治療を行なう場合について説明する。

【0037】(第1実施例)第1実施例における衝撃波治療システムの概略構成を図1に示すとともに、そのシステム構成を図2に示す。

【0038】この衝撃波治療システムは、被検体Eに向けて治療用の衝撃波を照射する機能を有する衝撃波治療装置(衝撃波照射手段に対応)1と、被検体E内のX線透視画像を表示するX線透視装置2とを備えている。また、衝撃波治療システムは、衝撃波治療装置1及びX線透視装置2と共通に使用される被検体E載置用の寝台3を備えている。

【0039】衝撃波治療装置1は、例えばピエゾ素子を備えたアプリケーション1aと、このアプリケーション1aを昇降及び回転自在に保持した保持装置1bと、アプリケー

タ1a駆動用及びアプリケーション1aから照射される衝撃波制御用の衝撃波治療装置本体1cとから構成されている。また、保持装置1bはアプリケーション1aと一体に、図1に示すように被検体Eの体軸方向に沿って移動可能になっている。

【0040】X線透視装置2は、X線管保持装置4と、この保持装置4に保持されたX線管(X線照射手段に対応)5とを備えている。

【0041】X線管保持装置4は天井走行式であり、保持装置本体6が保持装置本体走行(移動)機構(以下、単に移動機構という)7により天井Wを走行するようになっている。

【0042】図3は、寝台3側から見た移動機構7のレール部を示した図である。すなわち、第1のレール7aは、診断ルームの天井Wに被検体Eの体軸方向(y方向)に平行に敷設されている。第2のレール7bは、第1のレール7aと直交した方向(x方向)に沿って該第1のレール7aに取り付けられている。また、第2のレール7bは、図示しないレール移動機構により、第1のレール7aの上を走行(つまり、y方向に沿って走行自在)することができるようになっている。

【0043】さらに、保持装置本体6は、第2のレール7bの上を走行自在(つまり、x方向に沿って走行自在)な状態で取り付けられている。

【0044】また、X線管保持装置4は、図1に示すように、当該保持装置本体5に吊設された支持アーム8を備えている。X線管5は、その支持アーム8先端に取り付けられ、そのX線放射側が寝台3側を向くようになっている。

【0045】この支持アーム8は、伸縮自在に形成されており、その移動量は目盛り等により読み取れるようになっている。なお、通常は予め定められた高さ(初期高さ)にX線管5(その管球焦点)が位置するように、設定されている。

【0046】図4に、X線管保持装置4のシステム構成図を示す。上記移動機構7、例えば保持装置4のカバーに設けられ、保持装置本体6の移動方向、移動距離等の移動指令等を入力可能なスイッチ等の入力部9、入力部9からの移動指令に基づいて移動機構7及びレール移動機構を制御するコントローラ10から構成されている。

【0047】一方、X線透視装置2は、X線管5に対し寝台3を挟んで対向した状態で撮像部11が設けられている。この撮像部11は、例えば床に固定した状態で取り付けられている。また、撮像部11は、X線管5から発生され、被検体Eを透過したX線を検出して画像信号に変換し、その画像信号を信号処理系(X線透視像表示手段に対応)12に送るようになっている。

【0048】撮像部11は図5に示すように、被検体Eを透過したX線をX線検出面により検出して光学像に変換するI、I。(X線検出手段に対応)11aと、この

I. I. 11aで得られた光学像を所要の大きさの像に変換する光学系11bと、この光学系11bで得られた像を撮像して画像信号に変換するTVカメラ11cとから成る。

【0049】I. I. 11aは、そのX線検出面が、上記保持装置本体6の移動によるX線管5の移動方向と平行になるように配置されている。また、そのX線検出面には、X線を遮蔽する材質で格子状に形成されたグリッドが取り付けられている。

【0050】信号処理系12は、信号処理部12aと、TVモニタ12bとを備えている。

【0051】信号処理部12aは、A/D変換器、フレームメモリ、信号処理回路、及びD/A変換器を有し、TVカメラ11cから出力された画像信号をA/D変換器によりデジタルのフレーム画像データに変換した後フレームメモリに格納し、信号処理回路により必要に応じて所望の信号処理を施す。そして、処理後の画像データをD/A変換器によりアナログの画像信号に変換するようになっている。

【0052】この信号処理部12aから出力された画像信号は、TVモニタ12bに送られ、表示に供される。

【0053】一方、衝撃波治療システムは、CPU、メモリ等から成るコンピュータ回路等を搭載し、後述する図6に示す処理を行なう制御・演算回路13と、キーボードやマウス、タッチペン等を備え、制御・演算回路13に接続された入力器14とを備えている。

【0054】制御・演算回路13のメモリには、上述したX線管5の「初期高さデータH1」が予め記憶されている。

【0055】また、制御・演算回路13には、保持装置6のコントローラ10の出力が接続されている。さらに、制御・演算回路13の出力は、衝撃波治療装置本体1cの図示しないコントローラに接続されている。

【0056】次に本実施例の全体動作について説明する。

【0057】最初に、オペレータは、被検体Eを寝台3に載置し、例えば寝台3等を体軸方向に移動させてX線管5の管球焦点とI. I. 11aの例えば中心点とを結ぶ直線（X線関心線）上に被検体Eの治療部位（ターゲット）である結石Cがくるように設定する。

【0058】次に、被検体Eの体形や結石Cの形状等を考慮して支持アーム8を伸縮させてX線管5の高さを決める。このとき、オペレータは、目盛りにより支持アーム8の伸縮量を読み、その伸縮量データを入力器14を介して制御・演算回路13のメモリに送る。

【0059】制御・演算回路13は、図6に示す処理を行なっている。すなわち、制御・演算回路13は、入力された伸縮量データ及び予め記憶された初期高さデータH1からX線管5の管球焦点のX線検出面に対する距離（高さ）を演算して求め、この求められたX線管高さデ

ータHをメモリに読み込み（ステップ101）、待機状態に入る。

【0060】そして、オペレータEは、ターゲットである結石Cの位置決めのための初期設定として、保持装置本体6を被検体Eの体軸に直交する方向（図中-x方向）に、所定の距離だけ移動させる指令を入力部9から入力する。コントローラ10は、その指令を受けて移動機構7を介して保持装置本体6を-x方向に移動させるように制御する。この結果、保持装置本体6は、図2中の仮想線で示されたAの位置に移動する。なお、前記移動によっても、被検体内のターゲットはX線管5及びI. I. 11aのX線照射野に含まれている。

【0061】初期設定が行なわれた後、オペレータは、位置決め操作を行なう。すなわち、保持装置本体6が「A」の位置に存在する状態で、図示しないX線制御回路等を介してX線管5にX線照射指令を送る。この結果、X線管5からX線が被検体Eに照射される。被検体Eに照射され、その被検体Eを透過したX線は、I. I. 11aのX線検出面に入射され、そのI. I. 11a、光学系11b、TVカメラ11cを介して画像信号として信号処理部12aに入力する。そして、その画像信号は、信号処理部12aにより適宜な信号処理が程された後、TVモニタ12bによりX線透視画像として表示される。なお、TVモニタ12bには、X線検出面に取り付けられたグリッドによる格子状のラインL1と、そのラインL1に重なって結石CのX線透視像I1が表示されている（図7参照）。

【0062】そして、オペレータは、グリッドによる格子状のラインL1を参照しながら、入力器14のマウス等を操作してTVモニタ12b上のカーソルを移動させたり、あるいはタッチペン等を操作することにより、TVモニタ12bに表示された結石CのX線透視像I1の位置座標を入力する。この「位置データX1（x1、y1）」は、制御・演算回路13に送られる。

【0063】制御・演算回路13は、入力器14から「位置データX1（x1、y1）」が送られると、待機状態を抜け、その「位置データX1（x1、y1）」をメモリに読み込み（ステップ102）、待機状態に入る。

【0064】続いてオペレータは、入力部9から、保持装置本体6を先程の-x方向とは反対の方向（x方向）に、所定の長さだけ移動させる指令を送る。なお、この場合の移動距離は、少なくともX線関心線が被検体E内の結石Cを所定の長さ通過する程度の距離とする。コントローラ10は、その指令を受けて移動機構7を介して保持装置本体6をx方向へ移動させるとともに、制御・演算回路13にその移動量データを送る。この結果、保持装置本体6は、図2中の仮想線で示されたBの位置に移動する。

【0065】一方、制御・演算回路13は、コントロー

ラ10から移動量データが送られると、待機状態を抜け、その「移動量データL」をメモリに読み込み（ステップ103）、待機状態に入る。

【0066】このとき、X線透視は行なわれているため、TVモニタ12bに表示された結石CのX線透視像I1aは、図7に示すように、保持装置本体6の移動とは反対の方向、つまり-x方向へ移動する。そして、オペレータは、再度入力器14のマウスやタッチペン等を操作して、TVモニタ12bに表示された移動後の結石CのX線透視像I1aの位置座標を入力する。この「位置データX2（x2、y2）」は、制御・演算回路13に送られる。

【0067】制御・演算回路13は、入力器14から「位置データX2（x2、y2）」が送られると、待機状態を抜け、その「位置データX2（x2、y2）」をメモリに読み込む（ステップ104）。

【0068】そして、制御・演算回路13は、メモリに記憶された「高さデータH」、「移動量データL」、「位置データX1（x1、y1）」、及び「位置データX2（x2、y2）」を読み出し（ステップ105）、これらのデータに基づいてターゲットの位置（x0、y0、z0）を演算する（ステップ106）。

【0069】ここで、ステップ106で行なわれる演算処理を図8及び図9を用いて説明する。なお、ターゲットが結石Cの場合、被検体Eの呼吸等により通常体軸方向に移動する可能性があるため、最初に、結石Cが移動しない場合、次に結石Cが移動する場合についてそれぞれ説明する。

【0070】（1）結石Cが移動しない場合

図8は、「高さデータH」、「移動量データL」、「位置データX1（x1、y1）」、及び「位置データX2（x2、y2）」と、実際の結石Cの中心位置O（x0、y0、z0）との関係を示した図である。

【0071】まず、制御・演算回路13は、「位置データX1（x1、y1）」、及び「位置データX2（x2、y2）」からX線透視像の移動距離lを算出する。すなわちlは、

【数1】

$$l = \{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2\}^{1/2} \quad \cdots (1)$$

で求められる。

【0072】一方、保持装置本体6の移動前（図2におけるAの状態）におけるX線管5のX線放射点A1と移動後（図2におけるBの状態）におけるX線管5のX線放射点B1とすると、三角形（A1 B1 O）と、三角形（X1 X2 O）とは、図8に示すように相似関係にあるため、結石Cの中心位置OとX線検出面との間の距離をhとすると、

$$\text{【数2】 } (H - h) : h = L : l \quad \cdots (2)$$

が成立し、この結果、

$$\text{【数3】 } h = l \times H / (L + l) \quad \cdots (3)$$

のように、hが求められる。

【0073】また、線分B1 X2と線分X2 X1となす角度を $\alpha$ とすると、

$$\text{【数4】 } \Delta x = h / \tan \alpha \quad \cdots (4)$$

【0074】なお、y方向（体軸方向）へは、呼吸等による移動がないとしているため、

$$\text{【数5】 } \Delta y = 0 \quad \cdots (5)$$

である。以上、求められた「h、 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 」に基づいて、結石Cの空間的な位置座標Oは、

【数6】

$$O(x0, y0, z0) = (x1 - \Delta x, y1 - \Delta y, h) \quad \cdots (6)$$

で求められる。

【0075】（2）結石Cが移動する場合

図9は、「高さデータH」、「移動量データL」、「位置データX1（x1、y1）」、及び「位置データX2（x2、y2）」と、移動後の結石Cの中心位置O（x0、y0、z0）との関係を示した図である。なお、この場合、結石Cの呼吸等による体軸方向への移動のため、X線検出面における結石Cの位置は、最初の結石Cの位置データX1（x1、y1）からターゲットの位置データX2（x2、y2）へと、y方向へ $\Delta y$ だけ移動している（この移動量を $l^*$ で表す）。

【0076】この場合も上述した結石Cが移動しない場合と同様に $l^*$ 、hは、

【数7】

$$l^* = \{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2\}^{1/2} \quad \cdots (7)$$

$$\text{【数8】 } h = l^* \times H / (L + l^*) \quad \cdots (8)$$

で表される。

【0077】また、結石CのX線透視像の呼吸等による移動（ $\Delta y$ ）に基づく変化角度（線分X2 X1と点X1と通りLに平行な直線となす角）を $\theta$ とすると、

【数9】

$$\theta = \tan^{-1} \{(y1 - y2) / (x2 - x1)\} \quad \cdots (9)$$

で演算される。

【0078】この $\theta$ を用いると、 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ はそれぞれ、

【数10】

$$\Delta x = h / (\tan \alpha) \times (\cos \theta) \quad \cdots (10)$$

【数11】

$$\Delta y = h / (\tan \alpha) \times (\sin \theta) \quad \cdots (11)$$

で求められる。以上、求められた「h、 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 」に基づいて、移動後の結石Cの空間的な位置座標Oは、

【数12】

$$O(x0, y0, z0) = (x1 - \Delta x, y1 - \Delta y, h) \quad \cdots (12)$$

で求められる。

【0079】このようにして結石Cの位置座標O（x0、y0、z0）が求められると、制御・演算回路13は、衝撃波治療装置本体1cのコントローラにこの位置データO（x0、y0、z0）を送り（ステップ107）、処理を終了する。



【0080】衝撃波装置本体1cのコントローラは、送られたターゲットの位置データに基づいて、例えば図1に示すように、アプリケーション保持装置1bを体軸方向に沿って移動させてアプリケーション1aの中心軸を結石Cに合わせる。さらに、アプリケーション1aを下降させ、その焦点を結石Cに合わせる。そして、その焦点に向けて衝撃波が照射され、結石Cの破碎が行なわれる。

【0081】以上、述べたように、本実施例によれば、X線管5を体軸と直交する方向へ移動させた場合の、ターゲット（結石C）のX線透視像の移動量に基づいてターゲットの空間的な位置を求めることができる。したがって、ターゲットの位置決めに伴ってI. I. 11aを傾斜させたり、寝台3を動かす必要がなくなり、構成が簡略化され、オペレータの負担が軽減される。

【0082】また、例えば結石Cがターゲットの場合、被検体の呼吸等により当該ターゲットが体軸方向へ移動してしまうが、本実施例では、その呼吸の移動に関係なく、ターゲットの位置（移動位置）を正確に求めることができるため、診断の正確性をより一層向上させることができる。

【0083】さらに、I. I. 11aを傾斜させる必要がないことから、寝台3の高さを通常の高さに設定することができ、患者に不必要な負担を与えることがなくなる。

【0084】さらにまた、求められたターゲットの位置へアプリケーション1aの焦点を一致させる際に、アプリケーション1aを体軸方向に沿って移動させてその焦点をターゲットに合わせることができる。つまり、アプリケーション1aの焦点とターゲットの位置とを一致させる際に、寝台3をアプリケーション1a側へスライドさせる必要がなくなるため、装置全体の据付面積を縮小することができる。

【0085】なお、本実施例において、保持装置本体6を体軸方向に直交する方向に移動させたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、コントローラ10を介してレール移動機構により第2のレール7bを体軸方向に移動させることにより、保持装置本体6を体軸方向に沿って移動させることもできるし、その他、移動機構7及びレール移動機構を制御することにより、X線管5をX線検出面に沿って移動させることができる。

【0086】（第2実施例）第2実施例における衝撃波治療システムの構成を図10に示す。この衝撃波治療システムの構成は、第1実施例と略同様であり、異なる点は、マーカー発生回路15を備えていることである。

【0087】このマーカー発生回路15は、信号処理部12aにより信号処理されたフレーム画像データに対し2つのマーカーデータを重畳させるようになっている。この2つのマーカーデータの位置は、その2つのマーカーデータを結ぶラインと体軸とが直交する位置であり、且つ2つのマーカーデータの距離が所定の距離11だけ

離れている。

【0088】このマーカーデータは、フレーム画像データに重畳される。このマーカーデータを含むフレーム画像データは、アナログ画像信号に変換された後でTVモニタ12bに送られる。したがって、TVモニタ12bには、X線透視画像に重ねて2つのマーカーM1、M2が表示されている（図11参照）。また、2つのマーカーデータの距離1は、予め制御・演算回路13に送られ、メモリに記憶されている。

【0089】なお、この他の構成は第1実施例と略同様であるため、その説明は省略する。

【0090】本実施例の全体動作について説明する。

【0091】本実施例における位置決めの初期設定として、X線透視を行ないながら保持装置本体6を移動させて、ターゲットである結石Cの透視像I1をマーカーM1に一致させておく。

【0092】次に、位置決め操作として、X線透視を行ないながら、第1実施例と同様に、保持装置本体6をx方向へ移動させて、結石の透視像I1aをマーカーM2に一致させる。

【0093】このときの保持装置本体6の移動量をL'とすると、第1実施例と同様に、この移動量データL'は制御・演算回路13に送られる。

【0094】一方、本実施例では、その保持装置本体6の移動に伴うX線透視像の移動データ11は、予め設定されているため、第1実施例のように、保持装置本体6の移動前及び移動後の位置データを入力器14から入力することなく、上述した演算を行なうことができる。

【0095】したがって、第1実施例の効果に加えて、オペレータの操作がより簡単になる。

【0096】なお、第1実施例及び第2実施例において、X線管5のX線放射側に、当該X線管5から放射されるX線の照射野を制御するX線絞り機構16を取り付けてもよい。

【0097】このX線絞り機構16は、図12から分かるように、X線を遮蔽する材質からなる円盤状の絞り部16aがモータ制御部16bからの制御に基づくモータ16cの回転により、回転軸16d、回転ギヤ16eを介して固定軸を中心に回転するようになっている。なお、16fは回転軸受けのベアリングである。

【0098】この絞り部16aには、所定径の開口16gが所定位置に形成され、この開口16gがI. I. 11aのX線検出面上でのX線照射野を決めている。

【0099】つまり、X線管5の移動方向、及び移動位置に合わせてその開口16gを通過するX線がI. I. 11aのX線検出面に略一致するように、開口16gの径、開口16gの形成位置、及び絞り部16aの回転角度（開口16gの到達位置）を設定すれば、X線管5の移動によるI. I. 11aのX線検出面から外れるX線を除去することができる。

【0100】また、第1実施例及び第2実施例において、X線管5をI. I. 11aのX線検出面に沿って移動可能な天井走行式のX線管保持装置4を用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、X線管5を床や寝台3からアーム等を介してI. I. 11aと寝台3とを挟んで対向させ、当該アームは、そのX線管5をI. I. 11aのX線検出面に沿って移動可能に保持するようなX線管保持装置を用いてもよい。

【0101】ところで、第1及び第2実施例では、結石のX線透視像の位置座標をオペレータが入力器14から入力したが、本発明はこれに限定されるものではない。つまり、結石のX線透視像の位置をフレーム画像信号の濃度値の変化から自動的に読み取ることも可能である。すなわち、第1及び第2実施例における衝撃波治療システムにおいて座標認識装置を備える。この座標認識装置は、ローカルのCPU、メモリ等を備え、信号処理部12a及び制御・演算回路13に接続されている。そして、信号処理部12aのフレームメモリに格納されたフレーム画像データにおける各画素の濃度値を自動的に参照し、予め定められた閾値等により結石の透視像に対応する濃度値の画素を抽出し、その中心の位置データを求め、この求められた位置データを制御・演算回路13に送るようになってい

る。【0102】すなわち、X線管5の移動前及び移動後の結石CのX線透視像の位置(I1→I1a)のデータ(上述した「位置データX1(x1, y1)」及び「位置データX2(x2, y2)」)が自動的に求められることになり、オペレータの手間を煩わせることなく、結石Cの位置決めを行なうことができる。

【0103】なお、制御・演算回路13のステップ101～ステップ106の処理が請求項1乃至3記載の位置情報算出手段を形成する。また、座標認識装置と制御・演算回路13のステップ102、ステップ104、ステップ105、及びステップ106の処理の一部(数式(1)あるいは(7)の演算処理)が請求項1記載の位置変化量検出手段を形成する。

【0104】(第3実施例)第3実施例における衝撃波治療システムのシステム構成を図13に示す。なお、本システムの概略構成は、図1と略同様であり、その説明は省略又は簡略化する。

【0105】本実施例の衝撃波治療システムのX線管支持装置4は、X線管5の管球焦点とI. I. 11aの例えば中心点とを結ぶ軸(X線関心線を表す軸、以下、固定軸という)が固定である。そして、支持アーム8を自動的に伸縮駆動させることにより、X線管5をI. I. 11aとの対向状態を保持したまま、その固定軸方向に沿って(図13中z方向、及びその反対方向(-z方向))移動させる支持アーム移動機構17を備えている。図14にX線管支持装置4のシステム構成図を示す。

【0106】支持アーム移動機構17はコントローラ10に接続されている。そして、入力部9からのX線管5の移動方向(z方向あるいは-z方向の設定)、移動距離等の移動指令がコントローラ10に入力されると、支持アーム移動機構13が駆動して支持アーム8が伸縮し、X線管5がz方向及び-z方向へ移動するようになっている。なお、治療前では、X線管5は、I. I. 11aのX線検出面に対し予め定められた距離(高さ;以下、初期高さD1とする)に位置している(図15中の仮想線で示す位置A1)。

【0107】制御・演算回路13のメモリには、「初期高さデータD1」と上記固定軸(X線関心線)の中心(アイソセンタ)の位置データP(xp, yp, zp)とが予め記憶されている。

【0108】この他のシステム構成は第1実施例と略同様であるため、その説明は省略又は簡略化する。

【0109】次に本実施例の全体動作について述べる。

【0110】最初に、オペレータは、被検体Eを寝台3に載置し、例えば寝台3等を動かして固定軸上に被検体Eのターゲットである結石Cがくるように設定する。

【0111】続いてオペレータは、位置決め操作を行なう。すなわち、オペレータは、図示しないX線制御回路等を介してX線管5にX線照射指令を送る。この結果、X線管5からX線が被検体Eに照射される。被検体Eに照射され、その被検体Eを透過したX線は、I. I. 11aのX線検出面に入射され、I. I. 11a、光学系11b、TVカメラ11cを介して画像信号として信号処理部12aに入力する。そして、その画像信号は、信号処理部12aにより適宜な信号処理が程された後、TVモニタ12bによりX線透視画像として表示される。なお、TVモニタ12bには、X線検出面に取り付けられたグリッドによる格子状のラインと、そのラインに重なって結石CのX線透視像が表示されている。

【0112】このとき、オペレータは、グリッドによる格子状のラインを参照しながら、結石CのX線透視像の大きさ(X線ビームの広がりのため、真のターゲットの大きさより拡大している)を求める。

【0113】この大きさを表すデータとして、例えばターゲットの最大長の径を計測する。今、結石Cの形は、球で近似されることが多いことから、径として、直径、又は直径に類する長さ:d1を計測し、入力器14のキーボードを操作して、データd1(第1の大きさデータd1)を入力する。この「第1の大きさデータd1」は、制御・演算回路13に送られる。

【0114】制御・演算回路13は、図16に示す処理を行なっている。すなわち、制御・演算回路13は、入力された「第1の大きさデータd1」をメモリに読み込み(ステップ201)、待機状態に入る。

【0115】続いてオペレータは、入力部9から、X線管5をz方向に所定の長さだけ移動(上昇)させる指令

を送る。コントローラ10は、その移動指令を受けて支持アーム移動機構17を介して支持アーム8を収縮させるとともに、制御・演算回路13にその移動量データを送る。この結果、X線管5は、図15中の実線で示された位置B1に移動する。

【0116】一方、制御・演算回路13は、コントローラ10から移動量データが送られると、待機状態を抜け、その「移動量データ $D_A$ 」をメモリに読み込み(ステップ202)、待機状態に入る。

【0117】このとき、X線透視は行なわれているため、TVモニタ12bに表示された結石CのX線透視像の大きさは、移動前に比べて変化している。オペレータは、同様にターゲットのX線透視画像の大きさデータである「直径、又は直径に類する長さ:  $d2$ 」を計測する。そして、入力器14のキーボードを操作して、「第2の大きさデータ $d2$ 」を入力する。この「第2の大きさデータ $d2$ 」は、制御・演算回路13に送られる。

【0118】制御・演算回路13は、入力器14から「第2の大きさデータ $d2$ 」が送られると、待機状態を抜け、その「第2の大きさデータ $d2$ 」をメモリに読み込む(ステップ203)。

【0119】そして、制御・演算回路13は、メモリに記憶された「初期高さデータ $D1$ 」、「位置データ $P(x_p, y_p, z_p)$ 」、「第1の大きさデータ $d1$ 」、「移動量データ $D_A$ 」、及び「第2の大きさデータ $d2$ 」を読み出し(ステップ204)、これらのデータに基づいて結石Cの位置 $O(x_0, y_0, z_0)$ を演

$$d1/d2 = (D1/(D1-m-D3))/(D2/(D2-m-D3)) \quad \cdots (17)$$

で求められる。

【0124】上記式(17)に、予め求められたデータ「 $D1$ 、 $D3$ 、 $d1$ 、 $D_A$ 、及び $d2$ 」を代入すると、 $m$ を求めることができる。

【0125】この $m$ を用いると、結石Cの高さ方向( $z$ 方向)の位置は、

$$z0 = zp + m \quad \cdots (18)$$

で求められる。また、( $x$ 、 $y$ )空間の位置は、アイソセンタの位置と同じになるため、ターゲットの位置 $O$ は、

$$O(x_0, y_0, z_0) = (xp, yp, zp + m) \quad \cdots (19)$$

で求められる。

【0126】このようにして結石Cの位置座標 $O(x_0, y_0, z_0)$ が求められると、制御・演算回路13は、衝撃波治療装置本体1cのコントローラにこの位置データ $O(x_0, y_0, z_0)$ を送り(ステップ206)、処理を終了する。

【0127】衝撃波装置本体1cのコントローラは、送られた結石Cの位置データに基づいて、第1実施例と同様にアプリケーション1aの中心軸を結石Cの位置に合わせ

算する(ステップ205)。

【0120】ここで、ステップ205で行なわれる演算処理を図15を用いて説明する。

【0121】図15は、「初期高さデータ $D1$ 」、「アイソセンタの位置データ $P(x_p, y_p, z_p)$ の内、 $z$ 方向の長さ $z_p$ ( $D3$ とする)」、「第1の大きさデータ $d1$ 」、「移動量データ $D_A$ 」、「第2の大きさデータ $d2$ 」、「アイソセンタの $z$ 方向の長さ(高さ)と結石Cの中心との長さ $m$ 」、「結石Cの直径 $k$ 」との関係を示した図である。

【0122】図15によれば、比例関係により、次式が成立する。

【0123】

$$D1 : (D1 - m - D3) = d1 : k \quad \cdots (13)$$

【数14】

$$d1 = D1 \times k / (D1 - m - D3) \quad \cdots (14)$$

同様に、

【数15】

$$D2 : (D2 - m - D3) = d2 : k \quad \cdots (15)$$

【数16】

$$d2 = D2 \times k / (D2 - m - D3) \quad \cdots (16)$$

上記式(14)及び式(16)からX線管5の移動前及び移動後の結石CのX線透視像の大きさの変化「 $d1/d2$ 」は、

【数17】

る。さらに、アプリケーション1aを $z$ 軸に沿って下降させ、アプリケーション1aの焦点を結石Cに合わせる。そして、その焦点に向けて衝撃波が照射され、結石Cの破碎が行なわれる。

【0128】以上述べたように、本実施例によれば、X線管5を固定軸方向に沿って移動させたときのターゲット(結石C)のX線透視像の大きさの変化に基づいて、当該ターゲットの空間的な位置を求めることができる。したがって、ターゲットの位置決めに伴ってI. I. 11aを傾斜させたり、寝台3を動かす必要がなくなり、構成が簡略化され、オペレータの負担が軽減される。さらに、I. I. 11aを傾斜させる必要がないことから、寝台3の高さを通常の高さに設定することができ、患者に不必要な負担を与えることがなくなる。

【0129】また、第2実施例と同様に、マーカー発生回路により異なる2つの大きさの、例えば円形のマーカー(これらのマーカーの直径をそれぞれ $d1a$ 、 $d2a$ とする)を重畳表示させておく。そして、最初に、X線管5をI. I. 11aの固定軸方向に沿って移動させて結石CのX線透視像を一方のマーカー(直径 $d1a$ )に合わせる。続いて、支持アーム移動機構17を介して支持アーム8を伸長あるいは収縮させて結石CのX線透視像を他

方のマーカー（直径 $d_{2a}$ ）に合わせる。

【0130】このとき、マーカーからマーカーへのX線管5の移動量（つまり、 $D_A$ ）を計測すれば、X線管5移動前及び移動後の結石CのX線透視像の大きさデータ「 $d_{1a}$ 、 $d_{2a}$ 」が予め求められているため、第3実施例と同様の処理を行なうことにより、結石Cの位置を求めることができる。この場合、結石CのX線透視像の大きさデータを入力する手間が省けるという新たな利点もある。

【0131】さらに、本実施例では、図17に示すように、X線絞り機構18をX線管5のX線放射側に取り付けてもよい。この絞り機構18は、絞り開度制御部19からの制御信号に基づいて、図18(a)、(b)に示すように、絞り18aの開度（絞り開度）を自動的に調節できるようになっている。

【0132】そして、絞り開度制御部19はコントローラ10に接続されている。

【0133】つまり、図19に示すように、絞り開度制御部19は、コントローラ10からX線管5の移動量データDBが送られると、その移動量データに基づき、I. I. 11aのX線検出面を含む平面でのX線照射野を求め、そのX線照射野が当該X線検出面と略一致するように、絞り開度を調節する。

【0134】したがって、X線管5の移動に伴ってI. I. 11aのX線検出面から外れるX線は極度に減少するため、まわりの環境への影響を避けることができる。

【0135】なお、本実施例におけるX線管保持装置4が請求項7又は8記載の移動手段を形成し、制御・演算回路13のステップ201～ステップ206の処理が請求項7又は8記載の位置情報算出手段を形成する。

【0136】また、本実施例では、X線管5を固定軸方向に沿って移動させたが、本発明はこれに限定されるものではなく、X線管5の位置を固定しておき、I. I. 11aを固定軸方向に沿って移動させても同様の作用、効果を得ることができる。

【0137】さらに、本実施例では、第1実施例と同様に天井走行型のX線管保持装置を用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、Cアームや一般的な寝台を挟んでX線管5及びI. I. 11aがX線管5の管球焦点とI. I. 11aの例えば中心点とを結ぶ軸（固定軸）が固定された状態で対向配置された保持機構でもよい。この場合、その保持機構は、X線管5及びI. I. 11aのいずれか一方を固定可能であり、他方を、固定軸方向に沿って移動可能に保持する構成であればよい。

【0138】さらにまた、本実施例では、結石C（ターゲット）の形状を球で近似させ、大きさデータとして直径を用いたが、この大きさデータは、例えばターゲットの形状が複雑な場合、最大長の径を大きさデータとすることができる。また、大きさデータとしてターゲットの

面積を表すデータを用いることもできる。

【0139】ところで、第3実施例では、結石のX線透視像の大きさデータをオペレータが入力器14から入力したが、本発明はこれに限定されるものではない。つまり、結石のX線透視像の大きさをフレーム画像信号の濃度値の変化から自動的に読み取ることも可能である。すなわち、第3実施例における衝撃波治療システムにおいて座標認識装置を備える。この座標認識装置は、ローカルのCPU、メモリ等を備え、信号処理部12a及び制御・演算回路13に接続されている。そして、信号処理部12aのフレームメモリに格納されたフレーム画像データにおける各画素の濃度値を自動的に参照し、予め定められた閾値等により結石の透視像に対応する濃度値の画素を抽出し、例えば直径の長さ等の大きさデータを求め、この求められた位置データを制御・演算回路13に送るようになっている。

【0140】すなわち、X線管5の移動前及び移動後の結石CのX線透視像の大きさデータ（上述した「 $d_1$ 」及び「 $d_2$ 」）が自動的に求められることになり、オペレータの手間を煩わせることなく、結石Cの位置決めを行なうことができる。なお、本実施例の座標認識装置及び制御・演算回路13のステップ201、ステップ203、ステップ204、及びステップ205の処理（数式(13)～数式(17)の演算処理）が請求項7記載の計測手段を形成する。

【0141】また、図15に示すように、実際の結石Cの大きさ（直径） $k$ は、結石Cの中心からI. I. 11aのX線検出面までの距離（ $D_3 + m$ ）、X線管5の管球焦点からI. I. 11aのX線検出面までの距離（ $D_1$ ）、及びI. I. 11aのX線検出面に写るX線透視像の直径 $d_2$ 、により決まるが、実際は、X線管5の位置により、図20に示すように、結石Cの直径 $k$ ではなく、線分STや線分UVの長さをI. I. 11aのX線検出面上に写すことになるため、本来の結石Cの直径を写す場合に比べて結石Cの大きさが大きくなる。したがって、制御・演算回路13は、計測されたX線透視像の直径 $d_2$ を実際の結石Cの大きさに対応させる補正処理を行なっている。この補正処理は、結石Cの形状が球形ではなく不規則な形状の場合でも、その最大径の長さに関して同様の補正処理を行えばよい。

【0142】

【発明の効果】以上述べたように請求項1乃至6に記載した衝撃波治療システムによれば、X線検出手段を固定した状態でX線照射手段を軸方向に直交する方向へ移動させることにより、その移動に応じて移動する治療部位のX線透視像上での位置変化量、及びX線照射手段の移動量に基づいて治療部位の位置情報を算出することができる。

【0143】また、請求項7乃至9に記載した衝撃波治療システムによれば、同一固定軸上で被検体を介して対

向配置されたX線照射手段及びX線検出手段のどちらか一方を固定した状態でX線照射手段及びX線検出手段の他方を固定軸方向に沿って移動させることにより、その移動に応じて変化する治療部位のX線透視像上の大きさの変化量、及びX線照射手段の移動量に基づいて治療部位の位置情報を算出することができる。

【0144】したがって、治療部位の位置決めに伴ってX線検出手段を傾斜させたり、寝台を動かす必要がなくなり、構成が簡略化され、オペレータの負担が軽減される。

【0145】さらに、X線検出手段を傾斜させる必要がないことから、寝台の高さを通常の高さに設定することができ、患者に不必要な負担を与えることがなくなる。

【0146】また、請求項4乃至6記載の衝撃波治療システムによれば、X線照射手段を体軸方向に直交する方向へ移動させているため、例えば被検体の呼吸等により治療部位が体軸方向へ移動してしまっても、その呼吸の移動に関係なく、治療部位の移動位置を正確に求めることができるため、診断の正確性をより一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の衝撃波治療装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】第1実施例に係る衝撃波治療システムのシステム構成図。

【図3】移動機構のレール部の概略構成を示す図。

【図4】第1実施例におけるX線管保持装置のシステム構成を示す図。

【図5】撮像部のシステム構成を示す図。

【図6】第1実施例における制御・演算回路の処理の一例を示す概略フローチャート。

【図7】TVモニタの表示画面を示す図。

【図8】結石の位置と高さデータ、移動量データ、位置データ等との関係を示した図。

【図9】結石の位置と高さデータ、移動量データ、位置データ等との関係を示した図。

【図10】第2実施例に係る衝撃波治療システムのシステム構成図。

【図11】TVモニタの表示画面を示す図。

【図12】X線絞り機構の概略構成を示す図。

【図13】第3実施例に係る衝撃波治療システムのシステム構成図。

【図14】第3実施例におけるX線管保持装置のシステム構成を示す図。

【図15】結石の位置と高さデータ、移動量データ、大きさデータ等との関係を示した図。

【図16】第3実施例における制御・演算回路の処理の一例を示す概略フローチャート。

【図17】X線管に取り付けられたX線絞り機構を示す図。

【図18】絞りの絞り開度を説明する図。

【図19】X線絞り機構、絞り開度制御部を備えた衝撃波治療システムの主要部を示す図。

【図20】結石の大きさの補正処理について説明する図。

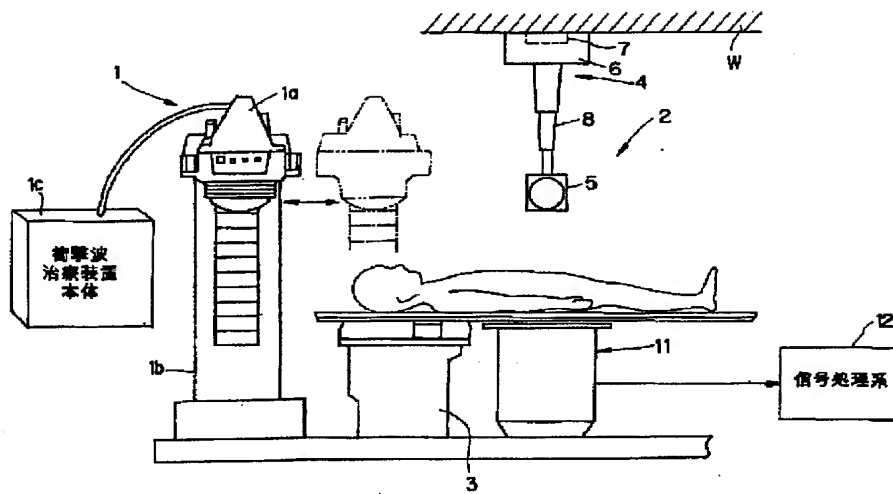
【図21】従来の治療部位と衝撃波焦点との位置合わせの手順を説明する図。

【符号の説明】

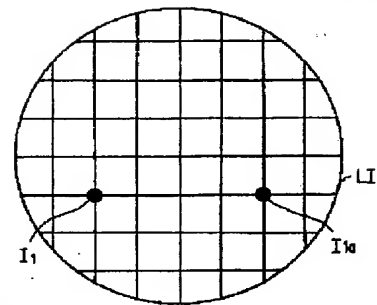
- 1 衝撃波治療装置
- 1a アプリケータ
- 1b 保持装置
- 1c 衝撃波治療装置本体
- 2 X線透視装置
- 3 寝台
- 4 X線管保持装置
- 5 X線管
- 6 保持装置本体
- 7 保持装置本体走行（移動）機構
- 7a 第1のレール
- 7b 第2のレール
- 8 支持アーム
- 9 入力部
- 10 コントローラ
- 11 撮像部
- 11a I. I.
- 11b 光学系
- 11c TVカメラ
- 12 信号処理系
- 12a 信号処理部
- 12b TVモニタ
- 13 制御・演算回路
- 14 入力器
- 15 マーカー発生回路
- 16 X線絞り機構
- 17 支持アーム移動機構
- 18 X線絞り機構
- 18a 絞り
- 19 絞り開度制御部



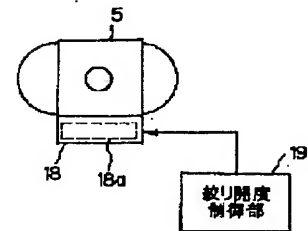
【図1】



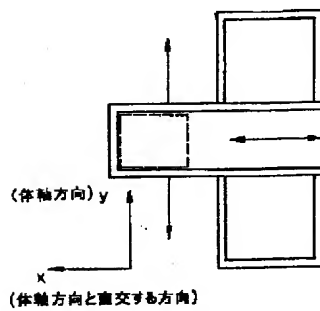
【図7】



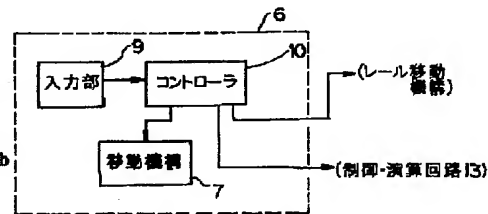
【図17】



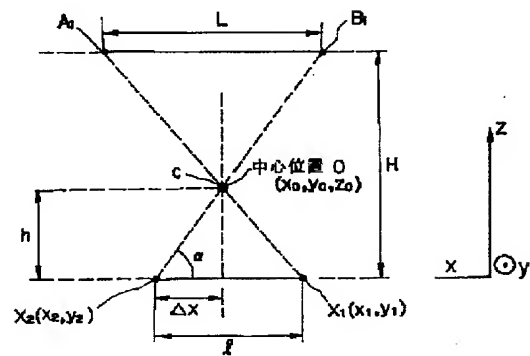
【図3】



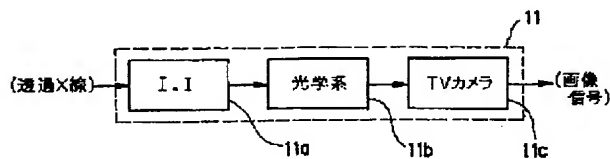
【図4】



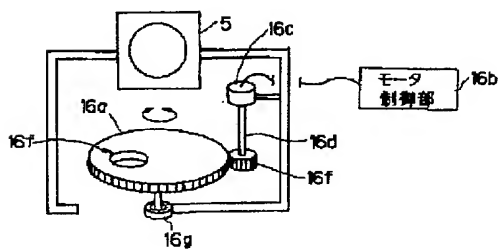
【図8】



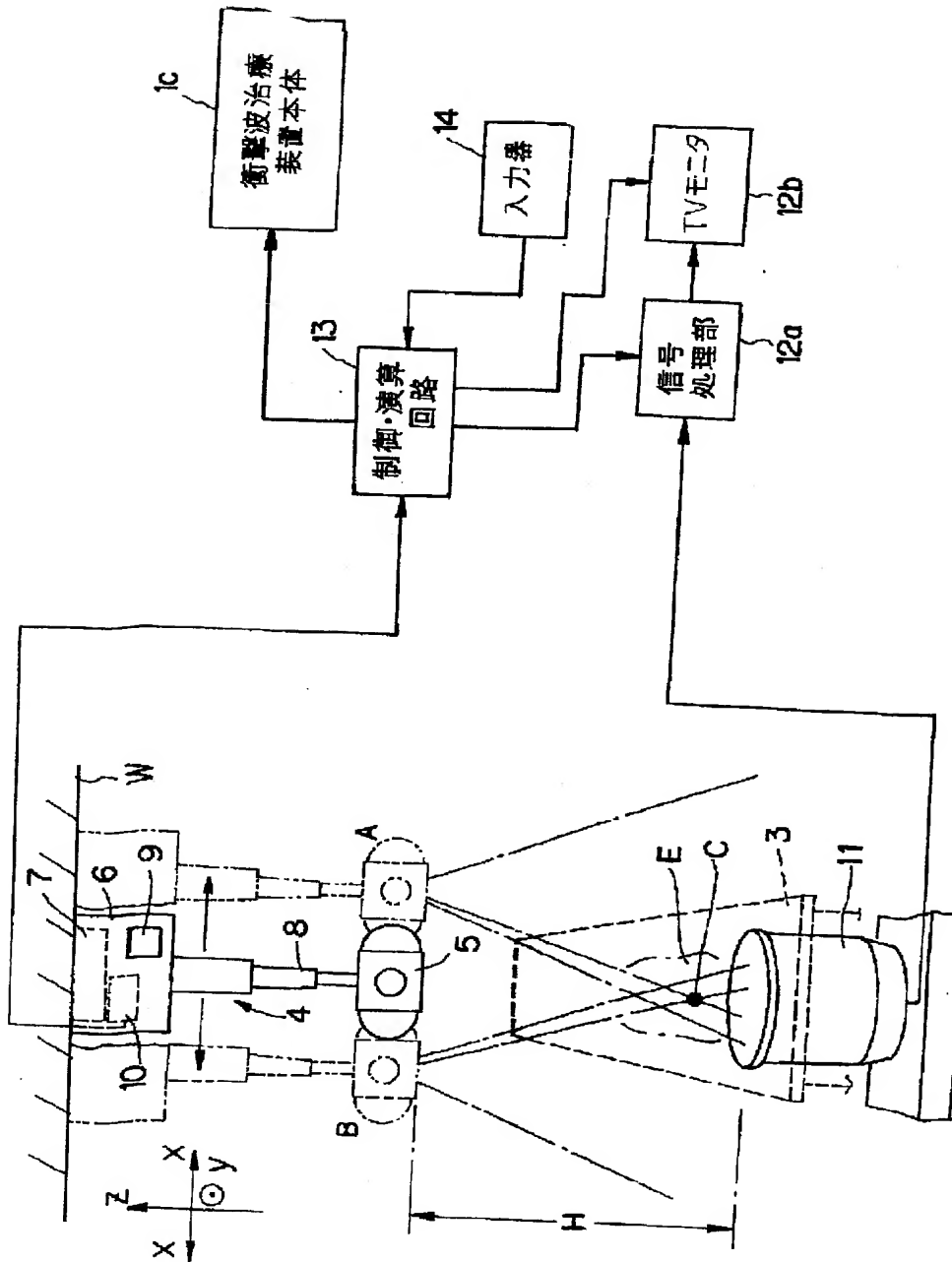
【図5】



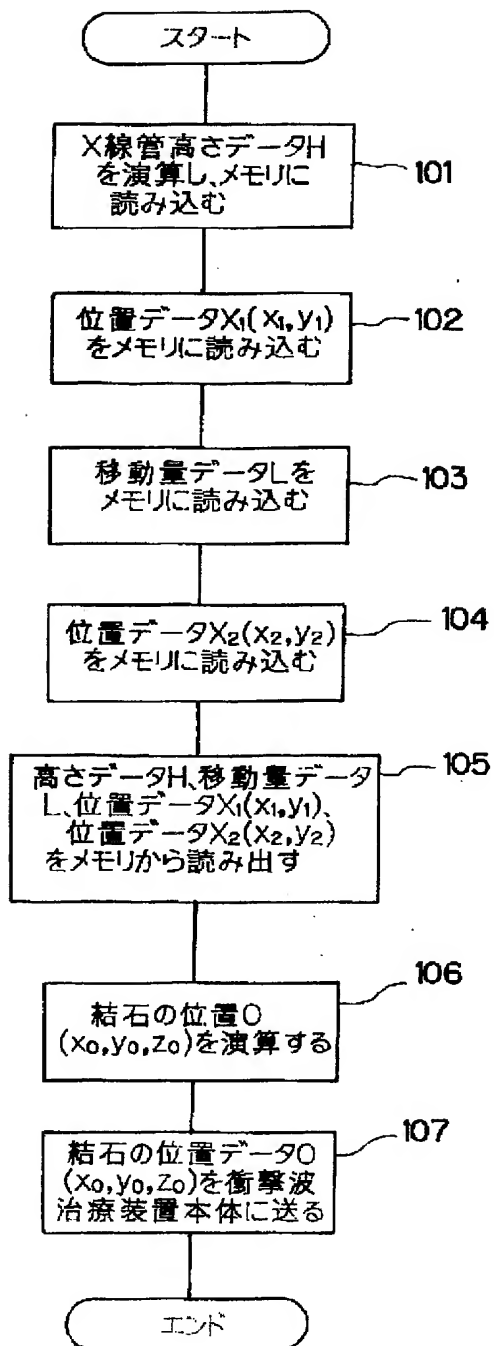
【図12】



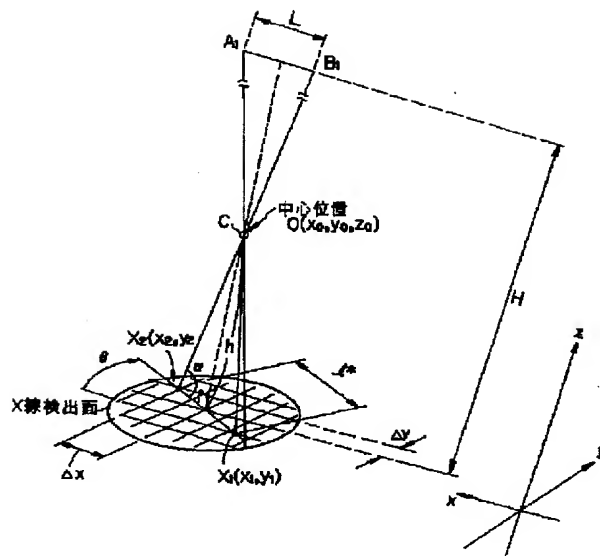
【図2】



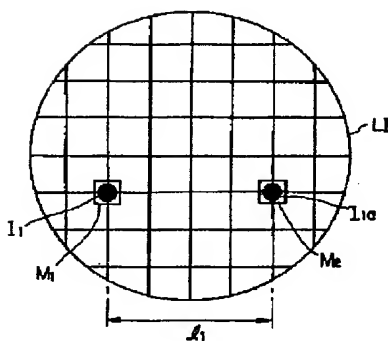
【図6】



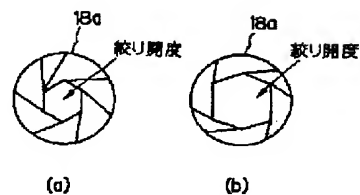
【图9】



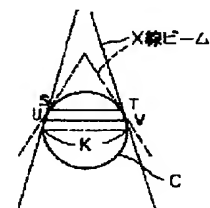
【図 11】



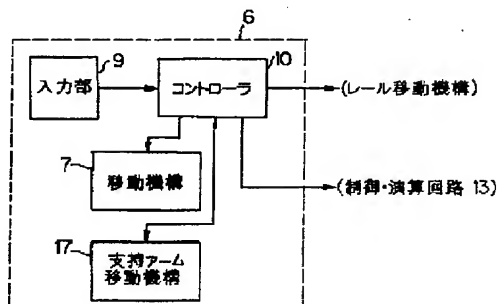
【图18】



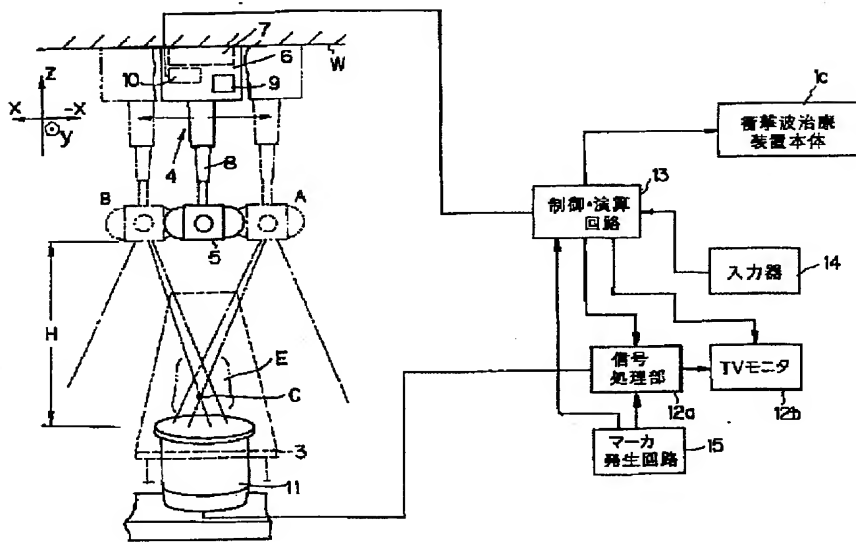
【図20】



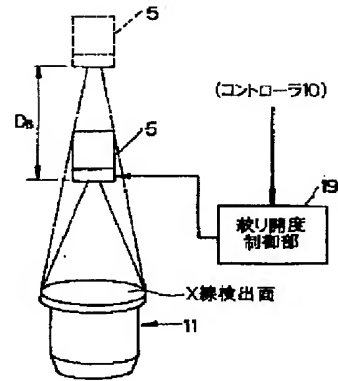
【図 14】



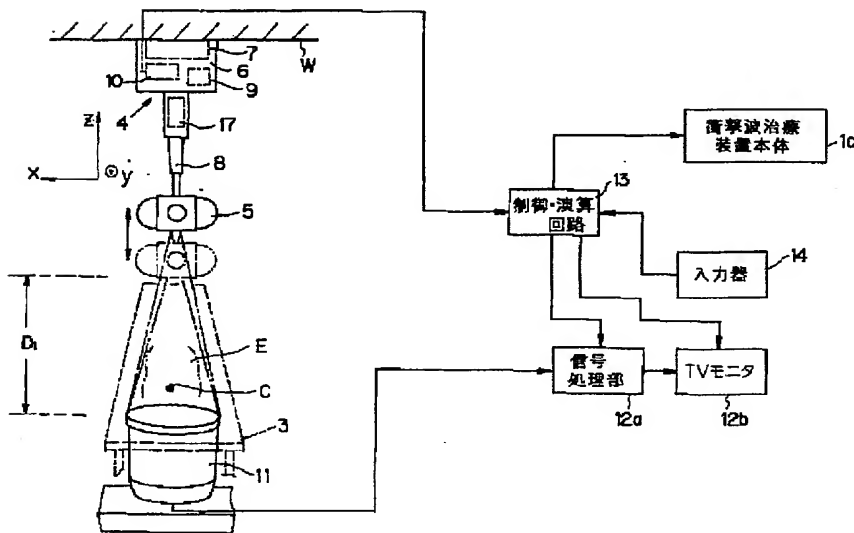
【図10】



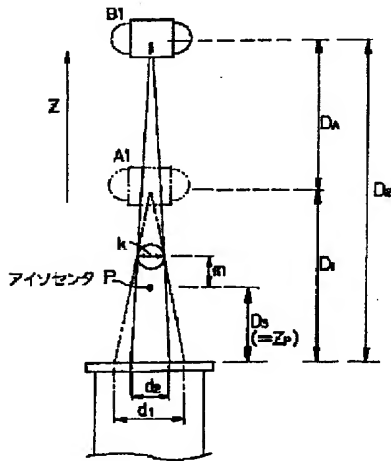
【図19】



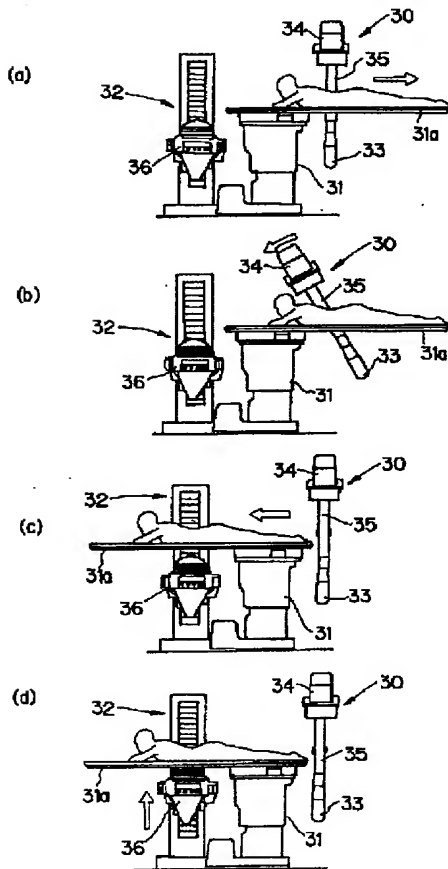
【図13】



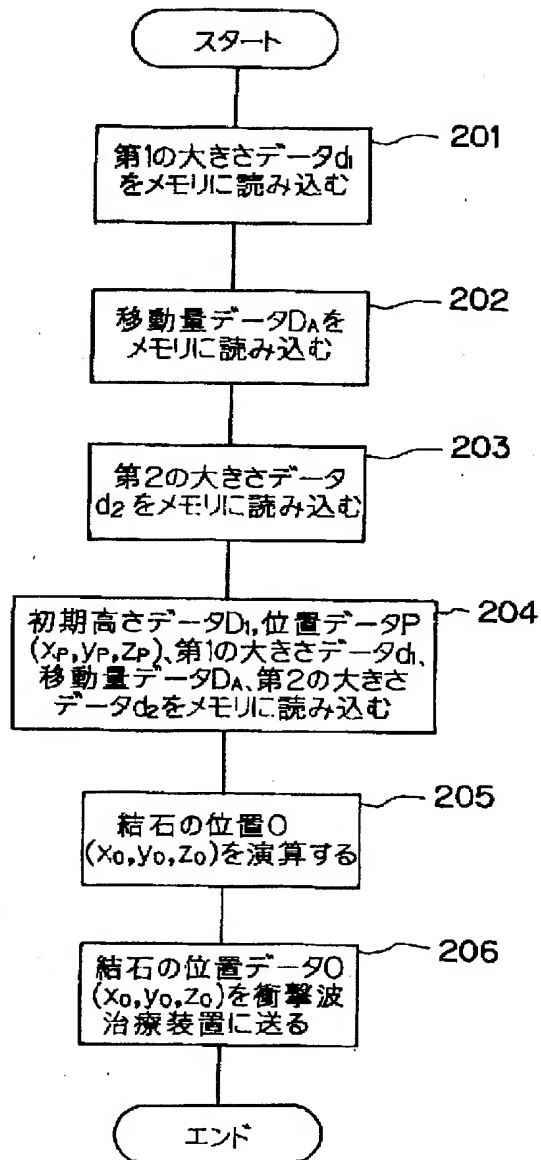
【図15】



【図21】



【図16】





## SHOCK WAVE TREATMENT APPARATUS

**Publication number:** JP8191836 (A)

**Publication date:** 1996-07-30

**Inventor(s):** ETSU YASUYUKI; TAWARA HIROTOSHI

**Applicant(s):** TOSHIBA CORP

**Classification:**

- international: **A61B17/22; A61B6/00; A61B18/00; A61B17/22; A61B6/00; A61B18/00; (IPC1-7): A61B17/22; A61B6/00; A61B17/36**

- European:

**Application number:** JP19950006584 19950119

**Priority number(s):** JP19950006584 19950119

### Abstract of JP 8191836 (A)

**PURPOSE:** To provide a shock wave treatment system simplified in constitution, reducing the load of an operator and suppressed in the riding of the set height of a treatment bed. **CONSTITUTION:** A shock wave treatment system is equipped with the moving mechanism 7 of a X-ray tube holding device 4 arranging an X-ray tube 5 and an imaging part 11 in opposed relationship so as to hold a subject E therebetween and moving the X-ray tube 5 along an X-ray detection surface corresponding to command moving quantity in such a state that the imaging part 11 is fixed and a control operation circuit 13 calculating the position data of a treatment region C on the basis of the command moving quantity and the position change quantity on the X-ray fluoroscopic image of the treatment region C calculated corresponding to the movement of the X-ray tube 5 by the moving mechanism 7.

